614.4

Stanford University Libraries
FEB
6
1904

Ueber den Durchgang von Bakterien durch den Insektendarm.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen medicinischen Fakultät

der

Ruprecht-Karls-Universität zu Heidelberg

vorgelegt von

Hermann A. Küster

Arzt aus Godesberg a. Rhein.

Heidelberg.

Buchdruckerei von Karl Rössler.

1902.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Fakultät
der Universität Heidelberg.

Dekan:
Hofrat Prof. Dr. Kraepelin.

Referent:
Geh. Hofrat Prof. Dr. Knauff.

1902.

Meinen Eltern

in Dankbarkeit.

Seitdem die Bakterien in ihrer Bedeutung als Erreger einer grossen Zahl von Krankheiten der Tiere und Pflanzen erkannt sind, wurden mit einem beträchtlichen Aufwand von Arbeitskraft und Zeit ihre Lebensbedingungen und ihre Beziehungen zur umgebenden Pflanzen- und Tierwelt auf das sorgfältigste untersucht, und eine grosse Zahl positiver Ergebnisse ist das Resultat dieser Arbeit.

Auch über die Art der Verbreitung ansteckender Krankheiten haben wir Aufschluss gewonnen und wissen, dass Nahrung, Trinkwasser, Luft, Boden u. s. w. eine wichtige Rolle dabei spielen.

Ein Gebiet aber, das in dasselbe Kapitel gehört, ist verhältnismässig recht wenig bebaut worden und hat erst in den letzten Jahren allgemeinere Aufmerksamkeit in Anspruch genommen durch die umfassenden Versuche und Arbeiten über die Verbreitung der Malaria durch die Mosquitos. Es ist das grosse Gebiet der Beziehungen zwischen den Insekten und Krankheiten erregenden Keimen, speziell soweit es sich um Insekten als Ueberträger pathogener Keime handelt.

Können überhaupt solche Keime sich im Insektenleib lebend erhalten, so unterliegt es keinem Zweifel, dass die Rolle dieser Tiere für eine Uebertragung an einen noch nicht infizierten Ort eine recht beachtenswerte werden kann, wenn man bedenkt, wie leicht z. B. unsere Hausinsekten einmal in Berührung mit infektiösem Material,

dann auch mit unseren Gebrauchsgegenständen und uns selber kommen können.

Es ist eigentümlich, dass von wissenschaftlicher Seite diesen Beziehungen bis in die Mitte der achtziger Jahre keine Aufmerksamkeit geschenkt wurde, während doch das Volk eine instinktive Abneigung gegen diese Insekten schon lange hat.

Schon der Ausdruck „Ungeziefer" beweist, dass man diesen Tieren nicht viel Gutes zutraute, und dass die „giftigen" grünen Fliegen durch ihren Stich bisweilen eine tötliche Erkrankung herbeiführen, ist allgemein geglaubt.

Nach einer Angabe von Nuttall[22]*) sollen schon die römischen Schriftsteller Varro (Marcus Terentius geb. 116 a. Chr.), Vitruvius (Pollio, zur Zeit Cäsars) und Columella (Lucius Junius Moderatus um 60 p. Chr.) Andeutungen machen über Beziehungen zwischen Malariainfektion und Mosquitostich. Auch die Bauern in Italien und Südtirol, die Eingeborenen von Ostafrika und Assam sollen an einen derartigen Zusammenhang glauben.

Die ersten Beobachtungen aus dem Zeitalter der Bakteriologie stammen aus der Mitte der achtziger Jahre und seitdem haben sich unsere Kenntnisse durchaus nicht in dem Masse erweitert, wie auf anderen Gebieten dieser Wissenschaft. Immerhin aber ist das, was an Ergebnissen bisher vorliegt, interessant und wichtig genug, um unsere Aufmerksamkeit beanspruchen zu können.

Die im nachfolgenden beschriebenen Versuche über das Verhalten von Milzbrand, Hühnercholera, Tuberkel- und Pestbazillen im Darm unserer Küchenschabe, Periplaneta orientalis, wurden vom Mai bis September 1901 im Laboratorium des hygienischen Instituts zu Heidelberg ausgeführt. Die Arbeiten mit den Erregern der Pest wurden

---

*) Die Nummern beziehen sich auf das Litteraturverzeichnis am Ende der Arbeit.

von Herrn Geh. Hofrat Knauff im Pestlaboratorium zu Heidelberg durchgeführt.

Die Anregung zu der vorliegenden Arbeit verdanke ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. Knauff, und es ist mir ein dringendes Bedürfnis, ihm für die Ueberlassung der Arbeit sowohl, als für die Unterstützung in geistiger Hinsicht meinen tiefgefühlten Dank auch an dieser Stelle auszusprechen.

Vor dem Bericht über die eigenen Versuche wird es zweckmässig sein, einen Ueberblick darüber zu geben, was bisher über die Beziehungen zwischen Insekten und Bakterien, soweit es sich um die Uebertragung pathogener Keime handelt, veröffentlicht ist. Die Litteratur findet sich z. T. schon in den noch zu erwähnenden Arbeiten von Nuttall und Mühling angegeben. Eine wertvolle Bereicherung erhielt ich durch die leider erst nach Beendigung dieser Arbeit in meine Hände gelangte, später besprochene Arbeit von Cao[35].

Nach einer Angabe in Cao's Arbeit[35] (p. 339) soll Grassi derjenige sein, „che pel primo studiò sotto questo aspetto le mosche". Er bezeichnet die Fliegen als die „veri untori". (Untori sind in den „Promessi sposi" von Manzoni diejenigen, die den Stoff, der die Pest verbreiten sollte, an die Häuser schmierten.) In ihrem Darm fand er viele lebende Keime. Die folgende Arbeit, die Cao anführt, soll im Jahre 1869 erschienen sein, also muss er wohl annehmen, dass die eben erwähnte vor dieses Jahr fällt. Eine Angabe darüber macht er nicht. Das ist aber sehr zweifelhaft; schon die eine Angabe, dass Grassi „riscontrò nell' intestino di essi molti germi vivi", erscheint für das Jahr 1869 etwas eigentümlich.

Im Jahre 1869 sollen dann Davaine und Raimbert

angegeben haben, „che con de fecce delle mosche si possono diffondere i bacilli del carbonchio“. In den Comptes rendues de l'académie de sciences[25], T. 59, N. 15, p. 429, 1864, findet sich ein Aufsatz von Davaine und Raimbert, aber ich habe weder in diesem noch in ähnlichen Aufsätzen des betr. Bandes eine Andeutung dafür finden können, dass die Verfasser an eine Uebertragung des Milzbrands durch Fliegen überhaupt nur gedacht hätten. Die Arbeit enthält einen Bericht, dass in der pustula maligna des Menschen die „bactéricidies da la maladie du sang de rate“ nachgewiesen seien, die der Verfasser für die Erreger des Milzbrandes hält.

Später erwähnt Cao noch eine angeblich 1857 erschienene Angabe von Megnin, in der Stomoxys calcitrans, eine Stechfliege, und Limulium, die sog. Kriebelmücke, beschuldigt werden, durch ihren Stich Milzbrand zu verbreiten. Es kann sich da wohl nur um einen Druckfehler handeln.

Wenn wir nun die eben erwähnten Angaben von Cao als zweifelhaft bei Seite lassen, so scheint Ranvier im Jahre 1885 zuerst darauf aufmerksam gemacht zu haben, dass pathogene Keime (Cholera?) durch Insekten übertragbar seien. Leider war mir diese Veröffentlichung im Original nicht erreichbar.

1886 stellten Tizzoni und Cattani Versuche an mit Fliegen, die auf Choleraleichen in den Seziersälen gefangen waren und es gelang ihnen in der That in zwei unter drei Fällen Kommabazillen zu züchten. Ob die Bazillen sich im Darm fanden oder nur an den Extremitäten verschleppt wurden, ist nicht angegeben[26.13]. (Baumgarten, Jahresbericht II, 297. Ref.)

Mit der gleichen Frage beschäftigte sich 1892 U. Simmonds[28.15]. Er untersuchte eine auf einer Choleraleiche ertappte Fliege mittels des Plattenverfahrens und stellte die Anwesenheit zahlreicher Kommabazillen fest. In wei-

teren Versuchen ergab sich, dass die Bazillen auf den Körperdecken schon nach $1^1/_2$ Stunden durch Eintrocknen zu Grunde gehen. Ueber ihr Verhalten im Darm wird nichts angegeben.

1893 experimentierte J. G. Sawtchenkie in folgender Weise[34]. Er fütterte Fliegen mit einer Cholerabouillonkultur. Schon nach zwei Stunden konnte er aus den Exkrementen Kommabazillen züchten. Um mit Sicherheit auszuschliessen, dass die Bazillen von den Körperdecken herstammten, wusch er die Fliegen vor der Eröffnung des Leibes mit Alkohol und 5prozentiger Carbolsäure. Er nimmt an, dass die Bazillen sich im Darm vermehren.

Das gleiche Verhalten zeigten die Metschnikoffschen Bazillen.

Weitere Angaben über die Cholerabazillen finden sich in der später zu erwähnenden Arbeit von Celli[12].

Was nun das Verhalten der Insekten bei der Uebertragung von Tuberkulose angeht, so berichten 1887 Spillmann und Haushalter[9], dass sie in den Exkrementen von Fliegen, die an tuberkulösem Sputum genascht hatten, ziemlich reichlich Tuberkelbazillen nachweisen konnten.

Im Jahre 1888 untersuchte E. Hofmann[32.14] sechs Fliegen aus einem Zimmer, in dem ein Phthisiker gestorben war. Er fand im Darm von vier derselben Tuberkelbazillen in verschiedener Menge, ebenso in den an den Wänden haftenden Exkrementen der Fliegen.

Bei Verfütterung von tuberkulösem Sputum an die Fliegen erfolgten die Entleerungen häufiger. Die Tiere gingen nach einigen Tagen zu Grunde. Von fünf Impfungen mit dem Darminhalt in die vordere Augenkammer von Kaninchen war eine von Erfolg. Weshalb die anderen negativ ausfielen, war nicht zu eruieren.

Hier findet sich zum erstenmal die Angabe, wie das betr. Insekt auf die Infektion reagiert. Verfasser scheint

anzunehmen, dass der Tod der Fliegen und die Infektion in Causalzusammenhang stehen, eine Annahme, zu der wir allerdings nicht gerade gezwungen sind, da Fliegen besonders in Gefangenschaft wohl kein allzulanges Leben haben dürften.

Neben Tuberkelbazillen verfütterte an Fliegen Cholerabazillen, Typhus-, Milzbrandbazillen und Staphylococcus pyogenes aureus A. Celli[12].

Er scheint der erste zu sein, der über die vorliegende Frage grössere systematische Versuche anstellte.

Es gelang ihm, in den Dejektionen der Fliegen die betr. Keime nachzuweisen durch Plattenkultur und Impfversuch, letzteres speziell bei Milzbrand und Tuberkulose. Die eingetrockneten Choleradejektionen enthielten keine lebenden Bazillen.

Wanzen macht 1894 Dewèwre für die Uebertragung von Tuberkulose verantwortlich[33]. Derselbe berichtet, dass er mit einer Aufschwemmung von Bettwanzen aus einem Bette, in dem ein Phthisiker zu Grunde gegangen war, durch Impfung Tuberkulose hervorrufen und aus der Aufschwemmung Tuberkelbazillen züchten konnte.

Zwei Brüder des Verstorbenen, die nacheinander in demselben Bett schliefen, erkrankten gleichfalls an Phthise und Verf. glaubt die Infektion auf den Stich der Wanzen beziehen zu dürfen.

Im Referat in der Revue de médecine ist schon darauf hingewiesen, auf wie schwachen Füssen diese Ansicht steht. Nach den später zu erwähnenden Arbeiten von Nuttall scheint es sehr unwahrscheinlich, dass eine Infektion durch den Stich erfolgt.

Recht umfangreich ist die Litteratur über die Rolle der Insekten als Ueberträger der Bubonenpest.

1894 berichtet Yersin[1] „j'ai constaté également, que les mouches prennent la maladie, en meurent et peuvent ainsi servir d'agents de transmission."

„J'avais remarqué que dans le laboratoire, ou je fais mes autopsies d'animaux, il y avait beaucoup de mouches crevées. J'ai pris une de ces mouches, et aprés lui avoir arraché les pattes, les ailes et la tête, je l'ai broyé dans du bouillon et l'ai inoculé à un cobaye. Le liquide d'inoculation contenait une grande quantité de bacilles absolument semblables à celui de la peste et le cobaye est mort en 48 heures avec les lésions spécifiques de la maladie. (l. c. p. 667.)

1899 schreibt derselbe Autor[5] (Referat in der Revue d'hygiène 1899 p. 920) la peste „se transmet sans doute par les rats et surtout par les puces."

Aus dem Jahr 1897 stammen noch eine Menge von Beobachtungen der gleichen Art.

In den Schlussätzen eines Aufsatzes von M. Ogata[16] heisst Satz

4. Der Pestbazillus scheint meistens von den Wunden aus durch Insekten, wie Flöhe und Mosquitos, (an anderer Stelle sagt Verf. auch „Fliegen") weggeschleppt zu werden.

6. Die an Pestratten befindlichen Flöhe enthalten ebenfalls virulente Pestbazillen, die nach dem Tode der Ratten das Pestgift auf den Menschen übertragen können.

C. H. Hankin teilt mit[31], dass Ratten und Mäuse mit Exkrementen von Ameisen, die von pestkranken Ratten gefressen hatten, geimpft, in auffallend kurzer Zeit (12 Stunden) an Pest starben. Die Ameisen (Monomorium vastator) sollen durch ihre Exkremente und durch ihren Biss die Infektion verursachen. Sie selbst bleiben lebend.

Derselbe Autor sagt an anderer Stelle[19] „I have carried out a long series of researches on the relation of ants to the disease. I find that these creatures neither die of the disease or retain the infektion for any time. . . . . I have in some cases found that ants from localities in which rats where actually dying of the

disease were infected, but in other localities in which a severe epidemie was going on among human beings but in which there was no evidence of the death of rats, ants were always found to be free of infection.

R. Abel schreibt[17] „Fliegen (Yersin), vielleicht auch Ameisen und andere Insekten können Pestkeime verschleppen.“ (p. 516 l. c.)

Aehnlich äusserst sich Wilm[30] „Auch Fliegen sind als Träger des Krankheitskeimes zu nennen.“

1898 berichtet P. L. Simond[2], dass er im Magen von Flöhen, die auf pestkranken Ratten gefangen waren, die Pestbazillen nachweisen konnte. In einigen Fällen gelang es ihm, gesunde Mäuse zu infizieren, indem er solche Flöhe auf sie brachte. Er stellt sich die Infektion folgendermassen vor. „La puce pendant la succion, dépose au point même où elle est installé, ses déjections consistant en une gouttelette de sang digéré; dans le cas où ce liquide est une culture de bacilles de peste, il est vraisamblable qu'il puisse infecter l'animal par la perforation béante qu'a créée l'aiguillon.“ Im weiteren sagt er noch „les punaises jouent peut-être aussi une rôle dans la transmission d'homme à homme.“

Diese Anschauung bestätigt 1899 ausdrücklich Yersin[3]. Im gleichen Sinne sagt Dr. Jabolotny[4] „En ce qui concerne le mécanisme d'infection, il faut l'attribuer surtout aux insects, comme les mouches, les punaises, les puces et les poux.“

Fast alle bisher angeführten Berichte beziehen sich auf vereinzelte, zufällige Beobachtungen oder daran angeschlossene einfache Versuche. Der Erste, der mit Pestbazillen und Insekten systematisch experimentierte, ist G. Nuttall.

In seiner Arbeit[18] berichtet er über Resultate, die Verfütterungen von pestbazillenhaltiger Bouillon an Fliegen und Wanzen ergaben.

Unsere gewöhnliche Stubenfliege, die Verf. wohl benutzt haben wird, — wenigstens macht er keine besonderen Angaben — gehört allerdings ja wohl kaum zu den stechenden Insekten, doch verlieren die Ergebnisse der Untersuchungen dadurch nicht an Bedeutung.

Die Fliegen sterben bei einer Temperatur von 14° bis 16° C. innerhalb 8 Tagen, bei ca. 30° C., dem Wachstumsoptimum der Pestbazillen, in 3 Tagen. Man ist wohl berechtigt, in diesem Fall einen Causalzusammenhang anzunehmen, da Kontrollfliegen eine ganz verschiedene Sterblichkeit zeigten.

Die Bazillen in den Fliegen sind 48 Stunden und länger virulent und finden sich auch noch, wenn schon 48 Stunden lang sterile Nahrung zugeführt wurde.

Ganz anders verhalten sich Wanzen. Sie scheinen durch die Pestbazillen in ihrem Darm nicht geschädigt zu werden. Die Bazillen dagegen scheinen im Laufe der Zeit abzusterben, sind allerdings nach 72 Stunden noch virulent.

Ihr Stich an sich ist nicht infektiös, sondern wird es erst, wenn beim Zerdrücken der Wanze Darminhalt mit Pestbazillen oder auch Bazillen von der Körperoberfläche in den Stichkanal gelangen.

Anfang 1902 erschien eine Arbeit von Zirolia (Rom)[24], der ebenfalls mit Flöhen und Pestbazillen experimentierte. Seine Ergebnisse sind etwa folgende: Flöhe geben beim Saugen an pestkranken Mäusen alsbald Bazillen wieder auf die Haut ab (siehe Simond S. 12 dieser Arbeit). Die Bazillen sind im Darm der Flöhe 7—8 Tage selbst bei Hunger virulent und vermehren sich. Die Faeces der Flöhe enthalten virulente Pestbazillen.

Als Fortsetzung seiner vorher erwähnten Arbeit veröffentlichte Nuttall 1898[20] eine Reihe von Versuchen über Infektion von Wanzen und Flöhen mit Milzbrand-, Hühnercholera- und Mäuseseptikaemiebazillen, da er durch

äussere Verhältnisse verhindert war, seine Versuche mit Pestbazillen fortzusetzen. Er wählte die angeführten Keime, weil, wie er sagt, alle drei, ebenso wie der Pestbazill, zu gewissen Zeiten im Blute kreisend gefunden werden und so Wanzen und Flöhe beim Saugen sich infizieren können.

Ehe ich jedoch auf seine Ergebnisse eingehe, möchte ich im Interesse der historischen Darstellung einiger schon früher veröffentlichten Beobachtungen über Uebertragung von Milzbrand durch Insekten gedenken.

Nach Cao[35] wies 1888 Alessi in den Dejektionen von Fliegen, die er mit Milzbrandbazillen gefüttert hatte, die Bazillen nach. (Sulla trasmessibilità dei germi infettivi mediante le deiezioni delle mosche. Archivio per le Sc. Med. vol. 12. u. 13. 1888.)

Nach demselben Autor soll Perroncito 1893 in den Faeces der Larven von Lermestes Milzbrandsporen nachgewiesen haben. (Aggiuntà al tratt. di medicina di Charcot e Bouchard; art. Carbonchio. Torino 1893.)

Germain soll berichten, dass die Pangonia nova Caledonica durch ihren Stich Milzbrand verbreiten könne. (Mingazzini, Trattato di zoologia medica; Roma 1898. p. 611. nach Cao.)

Heim[27] fand auf Schaffellen zahlreiche Larven und ausgebildete Exemplare von Attagenus Pellio (Speckkäfer) Antrenus museorum und einer Ptinus-Art. (Bohrkäfer.) Er verrieb diese mit sterilem Wasser und impfte damit subcutan Meerschweinchen.

Durch diese Versuche glaubt H. festgestellt zu haben, dass Milzbrandsporen den Darm dieser Insekten passieren, ohne an Virulenz einzubüssen. Es scheint ihm wahrscheinlich, dass die Sporen im Darm auskeimen.

Diese Schlüsse scheinen mir durchaus nicht einwandsfrei bewiesen zu sein. Zweifellos ist ja, dass virulente Milzbrandbazillen an den betreffenden Käfern und ihren Larven sich befunden haben müssen. Bei der angegebe-

nen Art der Gewinnung des Impfmaterials ist aber nicht ausgeschlossen, dass sie an den Decken des Körpers sich fanden. Aber selbst vorausgesetzt, dass sie sich im Darm aufgehalten hätten, so ist Verf. noch immer nicht berechtigt, zu sagen, dass sie nicht an Virulenz verloren hätten, da ihm ihre frühere Virulenz kaum bekannt gewesen sein dürfte.

Ueber einen analogen Fall berichtet 1894 M. Proust[10]. Er fand auf Fellen Larven, Eier und Exkremente von Dermestes vulpinus (Speckkäfer) und in diesen zahlreiche virulente Milzbrandbazillen. In dem Gutachten des Mr. Nocard, der die bakteriologische Untersuchung ausführte, heisst es: „celles (die Insekten) qui vivent sur les peaux charbonneuses ingèrent des spores qui traversent tout leur tube digestif, immuables vans leur vitalité et dans leur virulence.“ Im Schluss des Berichtes heisst conclusion 2)

„Les insectes vivants, leurs excréments, leurs coques et leurs larves, renferment des quantités considérables de bactéridies charbonneuses.“

Zu diesem Bericht bemerkt Labculbène[11] „Je ferai remarques combien il est intéressant de voir les Dermestes et leurs larves transporter les bactéridies charbonneuses. Il est certain que les insectes des genres Stomoxe et Simulie sont dans le même cas. Récomment on a trouvé les bacilles tuberculeux dans les mouches communes ou domestiques venant se poser sur les crachats de phthisiques et leur humeur. La propagation des maladies microbiennes par les insectes se confirme de plus en plus.“

Es sei mir nun gestattet, in dem Bericht über die 1898 von Nuttall[18] veröffentlichten Versuche fortzufahren.

Bei der Fütterung von Wanzen ergab sich folgendes.

Einige Tage nach der Fütterung gelang es nicht mehr Milzbrand oder Hühnercholerabazillen aus dem Darm auf Gelatine zu züchten. Die Zeit, die nötig war, um

die Bazillen aus dem Darm verschwinden zu lassen, differierte je nach der umgebenden Temperatur bei den einzelnen Wanzen um Tage. Aus den Dejektionen konnten nach 24 Stunden überhaupt nie Milzbrandkolonien gezüchtet werden; innerhalb der ersten 24 Stunden aus drei Dejektionen nur eine Kolonie.

Der Impfversuch ergab analoge Verhältnisse.

Bei den Mäuseseptikaemiebazillen war die Virulenz bedeutend herabgesetzt. Schon nach 24 Stunden waren an einzelnen Bazillen Degenerationserscheinungen wahrnehmbar.

Eine Infektion von Mäusen durch Stich wurde in keinem Fall beobachtet.

Bei den Flöhen liegen die Verhältnisse ähnlich.

Milzbrandbazillen degenerieren im Darm sehr bald. Kulturversuche fielen nach 24 Stunden vollkommen negativ aus.

Gleiches Verhalten zeigten die Bazillen der Hühnercholera und Mäuseseptikaemie.

Ein Impfversuch mit Milzbrand nach 8 Stunden ergab kein Resultat.

Von 8 Milzbrandflöhen lebten nach 6 Wochen noch zwei, der Hühnercholerafloh lebte nach 2 Wochen noch.

Auch hier wurde eine Infektion durch den Stich nie beobachtet.

Es gehen also in Flöhen und Wanzen die angeführten pathogenen Keime zu Grunde, wie Verf. annimmt, durch Verdauung. Einen schädigenden Einfluss auf diese Insekten scheint die Infektion nicht zu haben.

Was ergiebt sich daraus nun für unsere Anschauung von der Rolle, die diese Insekten bei der Uebertragung von Krankheiten haben können?

Die Gefahr der Infektion durch den Stich an sich scheint sehr gering zu sein. Infektion erfolgt wohl nur unter den schon früher bei der Pest erwähnten Bedingungen.

Dagegen ist eine Verschleppung von Keimen durch die Exkremente in einer allerdings beschränkten Zeit sehr wohl möglich und immerhin als eine Gefahr zu betrachten.

Zu denselben Resultaten kommt auch P. Mühling[21]. Er fütterte Wanzen mit Milzbrandblut und fand, dass die Bazillen den Darm passieren, ohne den Wanzen zu schaden. Sie sind im Körper der Wanzen noch virulent, ob sie es auch in den Faeces sind, wurde nicht geprüft. Bezüglich des Stiches konnte auch M. fesstellen, dass er keine Infektion nach sich zog, ausser unter den schon mehrfach erwähnten Bedingungen.

M. glaubt zwischen dem Verhalten seiner Wanzen, die mit Milzbrand gefüttert waren, und dem der Pestwanzen Nuttalls Unterschiede herauszufinden, indem er angiebt, dass Nuttalls Wanzen an der Pest zu Grunde gegangen seien. Ich habe für diese Angabe in Nuttalls Arbeit keinen Anhalt finden können. Die zweite erwähnte Arbeit desselben Autors erwähnt Mühling nicht.

Im Lehrbuch der allgemeinen Chirurgie von Tillmanns finde ich pag. 350 die Bemerkung „Auch durch Insekten (Fliegen), die mit milzbrandigen Tieren in Contakt kommen, wird der Milzbrand auf den Menschen übertragen". (Huber.) Es war mir nicht möglich, die Huber'sche Arbeit zu finden.

In demselben Jahre 1898 erschien noch eine Arbeit von Joly[29]. J. führt darin aus, dass Insekten erstens agents passifs de transmission sein können, sie können lediglich Träger der Bakterien sein. Er erläutert das, indem er berichtet, dass er auf je einer Fliege, die auf einer pockenkranken Kuh, in einer Klinik und in einer Lumpenhandlung gefangen waren, die verschiedensten Keime nachweisen konnte.

Zweitens aber können Insekten auch als agents activs fungieren, indem sie direkt den Krankheitskeim einimpfen. Er führt als Beispiele die verschiedensten Infektions-

krankheiten an, wie Eiterungen, Abscesse, Gangrän, Streptococcenelephantiasis, ferner Malaria, gelbes Fieber, Typhus recurrens, die maladie de Texas, die Magana (hervorgerufen durch den Stich der Tse-tsefliege), Pest und Tuberkulose.

Einfügen möchte ich hier eine Bemerkung von Tavel, der nach einem Mückenstiche einen Staphylococcenabscess auftreten sah. (Kocher-Tavel, Vorlesungen über chirurgische Infektionskrankheiten pag. 82).

Interessant sind noch einige Angaben über Beobachtungen anderer Autoren, die J. anführt:

So soll Tiktine (Odessa) Wanzen für die Uebertragung des Rückfallfiebers verantwortlich machen.

Kaposi soll auf dem Kongress in Berlin berichtet haben, dass die Lepra durch Mosquitostich übertragbar sei, und Boeck soll andeuten, dass dieselbe Krankheit vielleicht durch die Krätzmilbe verbreitet werden könne.

Aus der schon erwähnten, gleich zu besprechenden Arbeit von Cao bin ich in der angenehmen Lage, noch einige vereinzelte Beobachtungen nachtragen zu können.

1888 soll Hove gezeigt haben, dass die eitrige Ophthalmie durch die Gattung Coenomya (?) verbreitet wird, ferner soll Hernandez über einen Fall von Tetanus, durch Sarcopsilla (?) auf den Menschen übertragen, (wo? wann?) berichten und Charrin soll beobachtet haben, dass der B. pyocyaneus nach 6—8 Tagen im Körper einer Fliege noch lebend war.

Einen zusammenhängenden Bericht über die Frage der Uebertragung pathogener Keime durch Insekten hat Nuttall in seiner Arbeit vom April 1898 angekündigt und, wenn ich nicht irre, an anderer Stelle gesagt, dass diese Arbeit in der Zeitschrift für Hygiene erscheinen sollte.

Ein Teil dieses Versprechens ist eingelöst in einer umfangreichen Arbeit über die Mosquito-Malaria-Theorie[22 u. 23], in der diese wichtige und die Gegenwart beschäftigende

Frage in historischer Darstellung beleuchtet wird. Auf diese Arbeit und die ganze, grosse Litteratur einzugehen, ist hier nicht Zeit und Ort.

Mit dem Keimgehalt des Darmes unserer Küchenschabe, Periplaneta orientalis, die in manchen Städten und Gegenden eine überaus lästige Plage ist, haben sich wenige Autoren beschäftigt.

Mingazzini fand darin die Sporen des Erregers der sog. Pocken der Tauben, eine Entdeckung, die Saufelice[36] bestätigt.

Die einzige grössere Arbeit über diese Species ist die schon angeführte von Giuseppe Cao[35].

Da ich diese Arbeit erst nach Beendigung der vorliegenden Versuche im September 1901 nach vielen Bemühungen erhalten konnte, so hat sie auf die Anordnung der Versuche u. s. w. keinen Einfluss gehabt. Dagegen hat das Litteraturverzeichnis eine angenehme Bereicherung erfahren.

C. geht von der Betrachtung aus, dass bei den mannigfachen Beziehungen, in denen der Mensch täglich zu der Tierwelt steht, eine Uebertragung von pathogenen Keimen sehr leicht erfolgen kann. Er berichtet dann über solche Beziehungen von Säugetieren, Vögeln, Fischen, Mollusken und Würmern zum Menschen und geht dann zu den Insekten über. C. untersuchte zunächst den normalen Keimgehalt des Darmes von Periplaneta orientalis. Da es ihm nur auf eine Bestimmung der pathogenen Keime ankam, so wurde das Hauptgewicht auf die Tierimpfung gelegt. Eine grössere Zahl von Faeces wurde in Bouillon verrieben und von dieser Aufschwemmung eine Tursini'sche Spritze voll (1 ccm) einem Meerschweinchen „inokuliert". Plattenkulturen wurden nur zur Kontrolle angelegt.

Die Versuchstiere gingen regelmässig nach 2—6 Tagen ein; dann wurden je nachdem, aus dem Eiter, dem Herz-

blut oder der Oedemflüssigkeit Platten gegossen und die Keime isoliert.

Es fanden sich

1. B. coli stets. C. erklärt es für einen „ospite abituale“ des Darms von Periplaneta;

2. ein typhusähnliches B. fast stets, in verschiedenen Varietäten;

3. ein B. fluorescens liquefaciens;

4. ein milzbrandähnliches B. Es fand sich nur bei einer der untersuchten Serien und unterscheidet sich von Anthrax durch Beweglichkeit;

5. ein proteusähnliches B.;

6. eine Sarcina alba;

7. das B. des malignen Oedems.

Bezüglich der Herkunft dieser Keime stellte C. fest, dass 1., 2. und 7. mit der Nahrung aus Abfallstoffen in den Darm gelangt waren. Für die übrigen gelang es ihm, die Wahrscheinlichkeit nachzuweisen, dass sie erst im Darm des Insekts ihre Pathogenität erworben haben. Vorher nicht pathogene Keime, wie B. subtilis, B. fluorescens liquefaciens, B. fluorescens non liquefaciens, Sarcina alba wurden nach Passieren des Darms pathogen; nicht dagegen B. megatherium, B. radiciformis und B. prodigiosus.

Die Pathogenität könnte in verschiedener Weise verursacht sein:

1. durch Toxine von anderen pathogenen, im Darm sich aufhaltenden Bakterien;

2. durch Ptomaïne, die mit der Nahrung eingeführt sind;

3. unter dem Einfluss des Sauerstoffreichtums oder der alkalischen Reaktion des Darmes. (C. stellte durch einen Versuch mit Methylenblau, das im sauerstoffreien Säugetierdarm sich entfärbt, fest, dass der Darm von Periplaneta orientalis Sauerstoff enthält.)

4. endlich könnte es sich um eine den Eingeweidesäften dieser Tiere besonders zukommende Eigenschaft handeln.

Wahrscheinlich sind alle diese Momente von Einfluss.

Bei Verfütterung von Brot, Obst und Fleisch nahm die Zahl der Tage bis zum Tode des geimpften Tieres zu, bei Hunger oder steriler Kost nahm die Zahl der Keime rasch ab; schliesslich blieb konstant nur das B. coli, bisweilen auch das typhusähnliche B.

Gleichzeitig mit dem Darminhalt von Periplaneta wurde der Keimgehalt des Darms von Exemplaren der Gattungen Tentyria, Blaps und Pimelia untersucht. Er erwies sich, wenigstens an pathogenen Keimen, nicht wesentlich verschieden von dem von Periplaneta.

Des weiteren prüfte C. eine grosse Zahl pathogener und anderer Keime mit Rücksicht auf ihr Verhalten im Darm dieser Insekten und stellte fest, dass Milzbrandbazillen den Darm passieren und sich einige Tage dort aufhalten, ohne Sporen zu bilden, dass Milzbrandsporen im Darm sich zu Bazillen entwickeln und den Darm passieren. Versuchstiere gehen an Milzbrand zu Grunde.

Nach C. Zusammenstellung passieren den Darm unter Erhaltung ihrer Virulenz bezw. Erwerbung von Pathogenität, wie oben besprochen, z. B.:

Milzbrandbazillen,
Pneumobacillus Friedländer,
B. pestis,
B. cholerae asiat.,
B. tuberculos. Koch,
B. oedem. malign.,
Anthrax symptom.
B. tetani; u. A. im Ganzen untersuchte C. 22 Arten.

Dagegen gehen nicht durch den Darm:

1. Diplobac. pneumon. Fränkel,
2. Streptothrix Eppingeri,

3. Actinomyces carnea,
4. B. diphtheriae,
5. B. pseudodiphther.,
6. Staphylococcus aureus,
   „ albus.
   „ citreus,
   „ cereus flavus,
7. Streptococcus.

Die Zahl der Arbeiten über die Uebertragung pathogener Mikroorganismen auf den Menschen, die mir zur Verfügung standen, ist hiermit erschöpft, und ich gehe nunmehr zu den eigenen Versuchen über.

Wenn man pathogene Keime an eine Tierart verfüttern und ihr Verhalten im Darm dieser Tiere studieren will, so liegt es nahe, dass man sich zunächst mit den unter gewöhnlichen Verhältnissen im Darm lebenden Mikroorganismen bekannt macht.

Bei einem Allesfresser, wie es die Periplaneta orientalis ist, ist es wohl selbstverständlich, wie Cao sagt, ch'è richissima la flora intestinale delle blatte, vi si trovano le forme più svariate di funghi e di bacilli, aber man kann als „Darmbewohner" nun wohl kaum alle die Bakterien bezeichnen, die sich in den Faeces eines irgend woher genommenen Tieres finden. Ein Teil derselben, ob ein grosser oder kleiner, das wird von den besonderen Umständen abhängen, wird zweifellos nur mit der Nahrung eingeführt und zufällig im Darm lebend geblieben sein.

Als „Darmbewohner" im engeren Sinne darf man wohl nur diejenigen Mikroorganismen bezeichnen, die auch bei längerer Fütterung mit steriler Nahrung, also ohne Nachschub von aussen, mit einer gewissen Regelmässigkeit bei allen oder möglichst vielen Exemplaren der betr. Art gefunden werden. Auch diese sind zwar erst mit der Nahrung in den Darm gelangt, aber von ihnen können wir annehmen, dass sie sich in ihren Lebensverhältnissen an den Aufenthalt im Darm der betr. Tierart angepasst haben, und nur diese haben wir ein Recht, als „Darmbewohner" zu bezeichnen.

Die Versuchsanordnung war folgende:

Die Schaben wurden einzeln in sterile Petri'sche Schalen gesetzt Zur Fütterung wurde verwandt neben sterilem Wasser Brot, das im Autoklaven bei 170° C. sterilisiert war, oder im strömenden Dampf sterilisierte Kartoffeln, die in kleine Stückchen geschnitten wurden.

Die meisten der Tiere hielten sich bei dieser Kost wochenlang am Leben.

Die von ihnen entleerten Faeces, schwärzliche Knöllchen, wurden von Zeit zu Zeit mit steriler Platinöse entnommen und je nach ihrer Menge entweder direkt in der flüssigen Gelatine oder dem Agar-Agar zerkleinert oder in steriler Bouillon aufgeschwemmt.

Da es auf eine Bestimmung der Menge der Bakterien nicht abgesehen war, reichte diese Methode vollkommen aus.

Die Röhrchen mit Gelatine oder Agar-Agar wurden dann in Petri'sche Schalen ausgegossen. Diese wurden bei 20° bezw. 35° C. gehalten.

Von den auf den Nährboden gewachsenen Kolonien wurden in der üblichen Weise Reinkulturen angelegt. Die auf diese Art isolierten Keime wurden vorläufig als B 1, B 2 u. s. w. bezeichnet. Ihre Kulturmerkmale sind am Schluss des Berichtes zusammengestellt.

Ausser den Faeces wurde auch Darminhalt teils eingegangener, teils zu diesem Zweck getöteter Schaben untersucht. Als zweckmässigstes Mittel zur Tötung erwies sich das Chloroform, von dem sehr geringe Mengen genügten, um die Tiere fast augenblicklich zu töten; vollkommen unbrauchbar war Insektenpulver; es tötet die Tiere überhaupt nicht.

Die Eröffnung des Darms geschah in der Weise, dass das Tier in Rückenlage mit Nadeln fixiert wurde. Die Extremitäten wurden abgeschnitten, damit nicht etwa an ihnen haftende Keime in den Darminhalt gerieten, dann wurde mit steriler Schere durch seitliche Schnitte die untere Chitindecke vom Rücken getrennt und zurückgeschla-

gen. Sodann wurden Schere und Pinzette gewechselt, der Darm quer gefasst und mit einem Scherenschlag durchschnitten. Durch Druck auf die Pinzette wurde der Inhalt hervorgedrückt und mit steriler Platinöse entnommen.

Auf diese Weise wurde vermieden, dass aussen am Darm befindliche Keime den Inhalt des Darms verunreinigten.

Anfänglich wurden alle nach 24 bezw. 2×24 Stunden gewachsenen Kolonien isoliert ohne Rücksicht darauf, ob sie nur einmal oder ob sie in grosser Zahl vorkamen. Dies Verfahren war natürlich sehr zeitraubend und ausserdem ganz zwecklos; daher verfuhr ich später so, wie W. Lembke[6] angiebt, „es wurden nur solche Kolonien als von Faecesbakterien herrührend anerkannt, welche häufiger auf derselben Platte angetroffen wurden, und ausgeschlossen wurden alle diejenigen Kolonien und für Verunreinigungen angesehen, welche nur in vereinzelten Exemplaren sich vorfanden. Auch solche Kolonien, die auf einer Platte in grösserer Zahl vorkamen, aber auf der entsprechenden Verdünnung nicht getroffen wurden". Kolonien dieser Art sind in den Tabellen unter der Rubrik „Einzelne Kolonien" verzeichnet. Es wurde von ihnen jedesmal ein Deckglasausstrichpräparat angefertigt.

Das Ergebnis der Untersuchungen giebt die auf der nächsten Seite stehende Tabelle wieder.

Bei 21 Käfern, die an 35 Tagen untersucht wurden, fand sich

21mal, also in 100% B. 1
16mal, „ „ 76,2% B. 2
7mal, „ „ 33,3% B. coli.

Erwähnenswert ist wohl noch, dass B. 2 bei dem ca. 3 Wochen lang untersuchten Käfer No. 2 an einigen Tagen nicht vorkam.

Dafür, dass B. coli bei den Käfern No. 13—21 so relativ häufig vorkommt, weiss ich keine andere Erklärung

Uebersicht über das Ergebnis der Untersuchung des normalen Darminhalts.

Datum	No.	B. 1	B. 2	B. coli	Schimmel	Einz. Kol.	Bemerkungen
1. V. 01	1	+	+			?	Darm, Gelatine
4. V.	2	+	+		+		Faec., Gelat.
9. V.	2	+			+		do.
10. V.	2	+	+		+	+	do.
14. V.	2	+					do.
15. V.	2	+	+			+	do.
20. V.	2	+	+				do.
23. V.	2	+					do.
5. V.	3	+			+	+	Darm, Gelatine
5. V.	4	+			+	+	do.
5. V.	5	+			+	+	do.
4. VI.	6	+	+		+	+	Faec., Gelat.
14. VI.	6	+					do.
4. VI.	7	+	+		+	+	do.
4. VI.	8	+			+		do.
4. VI.	9	+			+	+	do.
19. VI.	9	+				+	do.
4. VI.	10	+	+		+	+	do.
14. VI.	10	+			+		Darm, Gelatine
21. VI.	11	+	+			+	Faeces, Agar
21. VI.	12	+				+	do.
25. VI.	12	+				+	do.
2. VII.	12	+				+	do.
8. VII.	12	+				+	do.
12. VII.	12	+				+	do.
23. VIII.	13	+	+		+	+	do.
24. VIII.	13	+	+	+	+		Darm, Agar
26. VIII.	14	+					do.
28. VIII.	15	+		+		+	Faec., Agar
29. VIII.	16	+	+	+		+	do.
3. IX.	17	+	+	+		+	do.
3. IX.	18	+	+	+		+	do.
5. IX.	19	+					Darm, Agar
12. IX.	20	+	+	+	+	+	Faec., Agar
15. IX.	21	+	+	+	+		Faec., Gelat.

als die, dass diese Käfer alle an einem Tage an demselben Ort gefangen waren. Dass die so charakteristischen Kolonien mir bei den früher untersuchten Exemplaren entgangen sein sollen, erscheint mir ausgeschlossen.

Vergleicht man nun diese Ergebnisse mit denen Cao's, so ergeben sich wesentliche Unterschiede. Cao fand, dass bei Verfütterung steriler Nahrung zuletzt regelmässig nur B. coli übrig bleibt. Ich fand eine Bakterienart, die zweifellos zu den Streptococcen gehört.

Die von Cao als B. Similcarbonchio bezeichnete Bakterienart fand sich einmal am 29. VIII. Die Kolonie auf Agar-Agar sieht täuschend der des B. anthracis ähnlich. Die Stäbchen, die sie zusammensetzen, haben aber abgerundete, nicht eingekerbte Schmalseiten. Beweglichkeit konnte ich auch in 24 Stunden alter Bouillonkultur nicht mit Sicherheit beobachten.

Am 20. VII. nahm ich den zweiten Teil dieser Arbeit, die Verfütterung und Prüfung pathogener Keime, in Angriff.

Wenn wir uns die Frage vorlegen, in welcher Weise ein Transport von pathogenen Bakterien durch Insekten erfolgen kann, so ergeben sich zwei Möglichkeiten.

Einmal können die Keime an den Körperdecken oder den Extremitäten haften und von da auf die Gegenstände oder Stellen einfach herunterfallen, auf die das betreffende Insekt sich setzt oder über die es hinwegläuft, oder aber die Keime werden im Darmkanal, im Körper des Insekts weiterbefördert.

Die Uebertragung von Keimen an den Körperdecken wird man wohl kaum allzuhoch anschlagen können, da die meisten Keime dem gemeinsamen Einfluss der Austrocknung und des Tageslichts für gewöhnlich nicht allzulange widerstehen dürften. In der vorliegenden Arbeit wurde diese Art der Uebertragung nicht berücksichtigt.

Im letzteren Fall ergeben sich zwei Wege der Infektion, die verschieden sind je nach der Art des Insekts.

Bei stechenden und beissenden Formen könnte die Infektion vermittelt werden eben durch die gesetzten Wunden. Wie es sich mit diesem Modus in der Wirklichkeit verhält, darüber geben für einige Species die angeführten Arbeiten von Nuttall und Mühling Auskunft.

Bei allen Insektenarten hingegen kommt die Verschleppung von Keimen durch die Entleerung aus dem Darm in Betracht; Voraussetzung ist dabei natürlich einmal, dass die Keime virulent bleiben, und ferner, dass die Infektion nicht tötlich wirkt auf das betr. Insekt selbst.

Wenn wir also feststellen wollen, welche Bedeutung irgend einem Insekt für die Uebertragung irgend welcher pathogener Keime zukommt, so werden wir drei Fragen beantworten müssen:

1. Wie verhält sich der Mikroorganismus im Insekt?
2. Wie verhält sich das Insekt gegenüber der Infektion?
3. Welche Möglichkeiten ergeben sich daraus, und wie verhält es sich mit ihnen in der Wirklichkeit?

Experimentiert wurde zunächst mit Milzbrandbazillen, da diese von allen pathogenen Keimen wohl am leichtesten aufzufinden sind, dann mit Hühnercholera-, Tuberkulose- und Pestbazillen. Verwandt wurden Reinkulturen aus der Sammlung des hygienischen Instituts zu Heidelberg.

Versuche mit Milzbrandbazillen.

Versuchsanordnung: Die Tiere wurden, wie vorher, einzeln in sterilen Petri'schen Schalen gehalten. Kleine Stückchen sterilisierter Kartoffeln wurden mit einer Milzbrandreinkultur, die auf Glycerinagar 2 mal 24 Stunden bei 35° C. gehalten war, verrieben und in die Schalen

gebracht. Das, was die Tiere nicht sogleich frassen, wurde wieder entfernt.

Die Faeces, die sich vorfanden, wurden in derselben Weise untersucht wie früher. Das Ergebnis der Plattenkulturen zeigt die folgende Tabelle.

	No. 1.			No. 2.			No. 3.		
Datum	21. VI.	26. VI.	2. VII.	21. VI.	24. VI.	3. VII.	21. VI.	24. VI.	29. VI.
B. 1.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
B. 2.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
B. anth.			+		+	+		+	+
Schimmel				+	+	+			
Einzeln. Kolon.				+	+	+	+	+	+

Die Fütterung der Tiere war am 20. VI. vorgenommen worden. No. 1 frass nicht und wurde daher später, am 25. VI. nochmals gefüttert. Auffallend ist, dass in den nach 24 Stunden gefundenen Faeces noch keine Milzbrandbazillen nachweisbar sind. Es hängt das mit der überaus langsamen Fortbewegung des Darminhaltes bei Periplaneta zusammen, wie ich später in unzweifelhafter Weise durch eine Verfütterung von Zinnober nachweisen konnte. Mit dieser Thatsache fällt ein gewichtiger Einwand, nämlich der, dass bei der gewählten Versuchsanordnung die Möglichkeit der Uebertragung der Milzbrandkeime durch die Extremitäten an die Faeces nicht ausgeschlossen sei. Demgegenüber darf man jetzt wohl sagen, dass, wenn in den ersten 24 Stunden keine Infektion der Faeces erfolgt, dies für die spätere Zeit noch unwahrscheinlicher wird.

Im übrigen geht aus dem Versuch wohl unzweideutig hervor, dass die Milzbrandbazillen lebensfähig den Darm passieren.

Ihre Virulenz wurde in folgenden Versuchen geprüft.

Aus der Agarplatte wurde eine Kolonie mit steriler Platinnadel gefischt und auf Glycerinagar übergeimpft. Diese Kultur wurde dann im Thermostaten bei 35° C. 2 mal 24 Stunden gehalten. Von der dann stets reichlich entwickelten Kultur wurde eine Platinöse von 2 mm Durchmesser voll entnommen und in ca. 1,1 ccm steriler Bouillon aufgeschwemmt. Von dieser Bouillon wurden einer weissen Maus intraperitoneal 0,5 ccm auf ca. 37° C. erwärmt injiziert.

Bei Maus No. 1 wurde aus Versehen ein Gemisch von B. anthracis und B. 1 injiziert.

Die Resultate giebt die folgende Tabelle wieder.

Tabelle zu den Versuchen mit Milzbrandbazillen.

Maus No.	Käfer No.	Tag der Fütterung	Tag der Impfung	Tod	Aufenthalt im Darm: Tage	Infektions-Dauer
1	2	20. VI.	26. VI. mittags	30. VI. abends	6	ca. 104
2	3	20. VI.	2. VII. 7. p. m.	4. VII. mittags	12	ca. 41
3	1	20. VI.	5. VII. mittags	6.—7. VII. nachts	15	ca. 36
4	2	20. VI.	6. VII. mittags	7. VII. mittags	16	ca. 24

Als vollkommen sicher geht daraus hervor, dass die Milzbrandbazillen virulent geblieben sind. Etwas, was weiter sehr auffällt, ist die Abnahme der Zeit, die von dem Zeitpunkte der Infektion bis zum Tode des Versuchstieres verstreicht. Es hat fast den Anschein, als ob die Virulenz der Milzbrandbazillen bei längerem Aufenhalte im Darm zunähme. An den Mengen der jedesmal injizierten Kultur kann es kaum liegen, da stets die gleiche Platinöse und wenigstens annähernd 1,1 ccm Bouillon

benützt wurde. Einen sicheren Schluss zu ziehen, ist aus den vorliegenden wenigen Versuchen nicht möglich.

Die Bazillen können noch sehr viel später im Darm nachgewiesen werden. Am 18. VII. fanden sich im Darm von Käfer No. 3 noch lebensfähige Bazillen; sie hatten also einen ganzen Monat ihre Lebensfähigkeit bewahrt.

Es ergiebt sich hier ein Gegensatz zu der Angabe Cao's, der nach durchschnittlich 21 Tagen keine Milzbrandbazillen mehr fand. Eine so auffallende Abnahme der Infektionsdauer wie in der obenstehenden Tabelle findet sich bei ihm nicht.

Es besteht also sehr wohl die Möglichkeit, dass vollvirulente Milzbrandbazillen lange Zeit im Darm der Küchenschabe sich lebend erhalten und verschleppt werden können, ferner dass durch Vermittelung der Dejektionen eine Infektion vorher freier Orte erfolgen kann.

Die Schaben wurden durch die Infektion scheinbar nicht geschädigt.

Versuche mit Hühnercholerabazillen.

Verfüttert wurden Kartoffelstückchen, getränkt mit einer 24 Stunden alten Bouillonkultur von Hühnercholerabazillen.

Mit der gleichen Kultur wurde zur Feststellung der Virulenz eine Taube in der üblichen Weise — Stich mit der infizierten Nadel in den Brustmuskel — geimpft. Sie ging nach 12—15 Stunden ein. Im Herzblut fanden sich die Bazillen.

Die Untersuchung mittelst Agar-Agarplatten ergab folgendes. (Tabelle siehe nächste Seite.)

Auf Grund der Erfahrung, dass aufgenommene Nahrung erst nach länger als 24 Stunden den Darm verlässt, wurden die Faeces erst vom zweiten Tage nach

Tabelle zu Versuch I. mit Hühnercholerabazillen.

6. VII. 01.

No.	Dat.	B. 1.	B. 2.	Milzbrand	Hühnerchol.	Einz. Kolon.	Bemerkungen
2	8. VII.	+	+	+			
	9. VII.	+				+	
	10. VII.	+		+			
	15. VII.	+		+			
	16. VII.	+		+		+	
	18. VII.	+		+			Aus dem Enddarm
	18. VII.	+					Aus dem Vorderdarm
3	8. VII.	+		+			
	9. VII.	+		+		+	
	10. VII.	+		+			
	16. VII.	+		+		+	

der Fütterung an untersucht. Keinmal gelang es, Hühnercholerabazillen zu finden. Da die Kolonien auf Agar-Agar ein wenig charakteristisches Aussehen haben, so wurden zum Vergleich Agar-Agar-Platten von einer Reinkultur angelegt. Es ergab sich, dass die Kolonien im allgemeinen grosse Aehnlichkeit mit denen von B. 1 zeigen, dass sie aber, gegen einen dunklen Hintergrund betrachtet, einen mehr bläulichen Schimmer haben, wohl desshalb, weil sie sich in dünnerer Schicht ausbreiten, ihrem Sauerstoffbedürfnis entsprechend. Alle einigermassen verdächtig aussehenden Kolonien wurden mittels Deckglasausstrichpräparates untersucht, in keinem Fall gelang es, auch nur einen verdächtigen Bazill zu finden.

Damit ist nicht bewiesen, dass keine Hühnercholerabazillen vorhanden gewesen wären.

Zur Sicherstellung der Verhältnisse wurde daher der Tierversuch herangezogen, indem von den entleerten Faeces Partikelchen zur Impfung verwandt wurden.

Blut einer eben an Hühnercholera eingegangenen Taube wurde mit sterilem Kartoffelbrei verrieben und verfüttert. Es war so Sicherheit gegeben, dass möglichst virulentes Material zur Verfütterung kam.

Der Versuch wurde verschiedentlich wiederholt mit 24stündiger Glycerinagarkultur, mit Bouillonkultur von demselben Alter, teils mit sterilem Kartoffelbrei, teils mit sterilem Brot.

Tabelle zu Versuch II mit Hühnercholerabazillen.

No.	Tag der Fütterung	Impfung	Tod	Aufenthalt im Darm i. Tagen	Infektionsdauer Stund.	Bemerkungen
1	—	6. VII. 01.	7. VII. 01.	—	ca. 16	Kontrollimpfung
2	10. VIII. 01.	14. VIII. 01.	—	4	—	Faeces
3	15. VIII. 01.	20. VIII. 01.	—	5	—	Faeces
4	20. VIII. 01.	21. VIII. 01.	25. VIII. 01.	1	108	Darminhalt
5	29. VIII. 01.	30. VIII. 01.	1. IX. 01.	1	40	Darminhalt Zinnober
6	29. VIII. 01.	31. VIII. 01.	—	2	—	Faeces Zinnober
7	10. IX. 01.	11. IX. 01.	12. IX. 01.	1	20	Darminhalt Lykopodium
8	14. IX. 01.	16. IX. 01.	—	2	—	Faeces Lykopodium

Die Ergebnisse sind in der vorstehenden Tabelle zusammengestellt. Ausserdem ist aber noch folgendes zu erwähnen: die Faecesknöllchen wurden, bevor sie zur Impfung benutzt wurden, dreimal in sterilem Wasser abgespült, um Bazillen, die ihnen etwa nur äusserlich anhafteten, zu entfernen.

Eine Abgrenzung der infizierten Faeces von den nicht infizierten wurde auf zwei Arten erreicht. Einmal, indem

dem Brei Zinnober zugesetzt wurde, dann auch, um ein ganz sicher unschädliches Mittel anzuwenden, mit Lykopodium. Zinnober ist schon makroskopisch leicht zu erkennen, Lykopodium ist mikroskopisch mit Leichtigkeit nachzuweisen.

Bei einem der mit Zinnober gefütterten Käfer ergab sich nach 24 Stunden, dass Vorderdarm und Mitteldarm mit der intensivroten Zinnobermasse gefüllt waren, die sich scharf gegen den schwärzlichen Inhalt des Enddarms absetzte.

Nach 2 mal 24 Stunden fanden sich in den Faeces regelmässig die Zinnoberkörnchen und Lykopodiumpollenkörner.

Im Deckglasausstrichpräparat gelang es mir einmal mit Sicherheit Hühnercholerabazillen nachzuweisen und zwar in einem Präparat aus dem Vorderdarm eines Tieres, das 24 Stunden vorher mit einer Mischung von Brotbrei und Hühnercholerabazillen gefüttert war. (No. 4 der Tab.)

Aus der Tabelle ergiebt sich, dass nach spätestens 2 mal 24 Stunden die Infektionsfähigkeit der Bazillen erloschen ist. Ein 24stündiger Aufenthalt im Darm scheint die Virulenz schon zu schwächen, wenn wir von No. 7 absehen, wo es sich um eine ganz kleine Schabe handelte.

Auf die Schaben schien die Infektion keinen Einfluss zu haben.

Versuche mit Tuberkulosebazillen.

Zur Verfütterung kam eine 6 Wochen alte Reinkultur von Tuberkelbazillen auf Glycerinagar. Sie wurde, wie vorher, mit sterilem Kartoffelbrei verrieben und an zwei Tiere verfüttert.

Zwei Tage später fanden sich im Deckglasausstrichpräparat der Faeces, nach Ziehl gefärbt, massenhaft Tuberkelbazillen.

Am 13. VIII., dem dritten Tage nach der Verfütterung, wurde ein Faecesknöllchen nach dreimaligem Abspülen in sterilem Wasser einem Meerschweinchen von 263 gr Gewicht in eine Hauttasche unter der Rückenhaut eingeimpft.

Nach 9 Tagen, am 21. VIII., wurde der Darminhalt eines der beiden Tiere, in dem sich immer noch zahlreiche Tuberkelbazillen fanden, einem Meerschweinchen von 258 gr Gewicht in einer Bouillonaufschwemmung intraperitoneal injiziert.

Im Vorderdarm des anderen Tieres liessen sich nach 15 Tagen zwar spärlich, aber mit Sicherheit noch Bazillen nachweisen, im Enddarm dagegen nicht.

Das zweite Meerschweinchen ging am 19. Oktober zu Grunde. Die Sektion ergab das typische Bild der Tuberkulose.

Auch das erste Tier ging nach etwas längerer Zeit an Tuberkulose zu Grunde.

Versuche mit Pestbazillen.

Es wurde unter denselben Bedingungen, wie bei den vorigen Versuchen gearbeitet. Ueber die Ergebnisse schreibt Herr Geh. Hofrat Knauff:

„Versuche, wobei minder virulentes Material verfüttert und die Faeces in das subcut. Zellgewebe, auch Peritoneum eingespritzt waren, ergaben Mischinfektionen.

Durch wiederholte Passage durch den Rattenkörper wurde hoch virulentes, auch mikroskopisch gut ausgebildetes Material gewonnen und dieses auf Agar ausgesät. (Herzblut und Muskelsaft), die reiche Ernte abgeschabt und mit einem Teil des Agars den Thieren als Futter vorgesetzt. Durch beigemengte Zinnoberkörnchen war das pestbazillenhaltige Futter markiert. Die Käfer zeigten

während und nach dem Versuche keine Aenderung ihres Benehmens.

Anderen Tages (7. VIII) war in den Faeces der Käfer Zinnober erkennbar, auch Bazillen, die der Form nach Pestbazillen sein konnten. Dieses Material wurde in Wasser aufgenommen und einer jungen Ratte in Bauchmuskeln und Peritoneum injiziert. Tod nach 20 Stunden.

Im Körper keine sonstige Veränderung; nur Meteorismus mit flüssigem Darminhalt. In der freien Bauchhöhle etwas, aber wenig freie seröse Flüssigkeit.

Mikroskopischer Befund: Das Bauchfell fast überall mit einer anscheinenden Rein-Kultur gut ausgebildeter Pestbazillen überdeckt, sodass jeder Abstrich mit einem Deckglas eine Unzahl wohl ausgebildeter Pestbazillen mit einer mässigen Menge von Leukozyten darbietet. Im Herzblute fanden sich ebenfalls vollausgebildete Pestbazillen in geringer Menge (etwa 12—20 in einem kleinen Ausstrichpräparate) jedoch ganz unzweifelhaft ächter Art.

In diesem Versuche war also die Wirkung des hochvirulenten Pestmaterials der Wirkung anderer mit dem Kote übertragener Bazillen vorausgeeilt und die Möglichkeit und Leichtigkeit der Verschleppung wirksamer Pestbazillen durch die Faeces der Schabe zweifellos nachweisbar".

Vor diesem positiv ausgefallenen Versuche ergab eine grosse Zahl negative Resultate. Jedenfalls spielt bei diesem negativen Ergebnis die Virulenz der Bazillen eine erhebliche Rolle; noch etwas anderes scheint mir sehr wichtig, nämlich die Zeit, während deren die Faeces an der Luft liegen und die Bazillen dem Einfluss der Austrocknung ausgesetzt sind. Verwendet man zur Impfung ganz frische Faeces, so gelingt die Infektion, nach 24 Stunden ist der Versuch vergeblich.

Fassen wir nun zusammen, was wir aus den angeführten Arbeiten über die Beziehungen zwischen Bakterien und Insekten, sowie über die Möglichkeit der Uebertragung von Krankheiten auf Grund dieser Beziehungen wissen, so ergiebt sich für unsere erste Frage: „Wie verhält sich der Mikroorganismus im Insekt?“ die Antwort, dass das Schicksal der Bakterien im Insektendarm ein sehr verschiedenes ist, das sich scheinbar zwischen zwei Extremen bewegt. Einmal kann die Virulenz und Lebensfähigkeit geschwächt, ja zerstört werden, auf der andern Seite scheint es auch möglich zu sein, dass die Virulenz gesteigert wird; hinzufügen können wir noch, dass sonst nicht pathogene Keime im Insektendarm pathogene Eigenschaften erwerben können. (Cao.)

Was auf der anderen Seite nun das Verhalten der Schaben gegen die im Versuch verwandten für höhere Tiere höchst infektiösen Keime angeht, so scheinen sie ganz unempfindlich gegen Infektion mit diesen zu sein.

Diese Thatsache erscheint dadurch noch besonders bemerkenswert, dass durch Untersuchungen von Forbes[7] und Balbiani[8] festgestellt ist, dass gewisse Arthropodenspecies für Infektion mit saprophytischen Mikroorganismen empfänglich sind, allerdings auch in verschiedenem Masse.

Wir können also feststellen, dass die bei den höheren Tieren beobachtete natürliche Immunität gegen gewisse Infektionen auch bei den Insekten sich findet und auch hier je nach der Tierspecies gegen verschiedene Infektionen sich verschieden wirksam erweist.

Als dritter Punkt käme die Möglichkeit der Verschleppung pathogener Keime in Betracht. Eine Verschleppung durch die Faeces — und nur diese Möglichkeit kann wohl bei Periplaneta in Betracht kommen — ist zweifellos denkbar für die Erreger des Milzbrands, der Tuberkulose, der Pest u. s. w. Die Gefahr ist sogar nicht allzu gering anzuschlagen, wenn man bedenkt, wie

leicht diese gefrässigen Insekten sich infizieren können, wie lange sich die Keime in ihrem Darm lebend erhalten und wie leicht die Faeces in einigermassen unsauberen Haushaltungen in die Essvorräte u. s. w. gelangen können.

So fand ich vor einiger Zeit in feinen Backwaren mehrere Faecesknöllchen, die ich nach Geruch und Aussehen für Faeces von Periplaneta halten musste. Es gelang aus diesen, die doch die Hitze des Ofens durchgemacht hatten, dieselben Bakterien (B. 1 und B. 2, B. coli) zu züchten, die sich sonst in den Faeces fanden.

Kulturmerkmale und Eigenschaften der Bakterien No. 1 und 2.

B. 1.

Gelatineplatten: Je nach der Lage an der Oberfläche oder in der Tiefe kann man drei Formen der Kolonien unterscheiden.

1) Die in der Tiefe liegenden Kolonien haben nach 24 Stunden einen Durchmesser von ca. 1 mm und vergrössern sich in der Folgezeit nicht mehr erheblich. Sie sind meist kreisrund und von gelblich-weisser Farbe. Bisweilen, wenn sie schräg liegen, erscheinen sie wetzsteinförmig.

Im durchfallenden Licht erscheinen sie hellbraun bis schwarzbraun, scharf umgrenzt, gleichmässig feinkörnig.

2) An der Oberfläche breiten sie sich etwas schneller aus, sodass sie nach 24 Stunden ca. 1,5 mm Durchmesser haben. Sie sind weisslich, gegen einen dunklen Hintergrund bläulich schimmernd.

Die zentrale Partie scheint dichter zu sein, auf der Oberfläche der Kolonie ein glänzender Reflex.

3) Eine dritte Form entsteht dadurch, dass eine Kolonie schräg dicht unter der Oberfläche liegt, sodass ein Rand die Oberfläche eher erreicht, als der andere. Durch schnelleres Wachstum dieses Teiles entsteht dann eine nierenförmig aussehende Kolonie, an deren Einschnitt der noch unter der Oberfläche liegende Teil als dunklerer Fleck sichtbar ist.

Makroskopisch wird die Gelatine nicht verändert.

Agarplatten: Die Kolonien sind weder durch Grösse noch durch Form wesentlich von den auf Gelatine gewachsenen unterschieden.

Gelatinestichkultur: Die Entwicklung ist am ganzen Stichkanal gleichmässig. In der Tiefe des Stiches besteht eine ausgesprochene Neigung zum Wachsen in einzelnen kugeligen Kolonien, die traubenförmig um den Stichkanal sich anordnen. Das Wachstum erreicht nach wenigen Tagen seinen Höhepunkt und geht dann nicht weiter. Die Gelatine wird nicht verflüssigt.

Agarstichkultur: Dasselbe Bild.

Zuckeragar: Dasselbe, keine Gasentwicklung.

Glycerinagar; schräg erstarrt, Ausstrich. Auch hier die Neigung zum Wachsen in isolierten Kolonien ganz deutlich.

Bouillon: Nach 24 Stunden ist die Bouillon gleichmässig getrübt, auf dem Boden ein feinflockiger, grauweisser, geringer Niederschlag.

Kartoffel: Nach 6 Tagen nichts gewachsen.

Mikroskopisch:

Kleine Kokken zu kurzen Ketten bis zu 7 Gliedern zusammengeschlossen.

Sie zeigen lebhafte Molekularbewegung, sind aber selbst unbeweglich.

Sie färben sich mit Anilinfarbstoffen, sowie nach Gram.

Tierimpfung:

Eine weisse Maus, der 0,5 ccm einer 24 Stunden alten bei 37° C. gehaltenen Bouillonkultur intraperitoneal injiziert wurden, ging nach 8 Tagen unter dem Bilde einer allgemeinen Abmagerung zu Grunde.

Aus dem Blut waren Bakterien nicht zu züchten.

Luftbedürfnis: B. 1 ist fakultativ anaerob, es gedeiht im hohen Stich in Agar und Gelatine gleich gut an der Oberfläche und in der Tiefe.

Wärmebedürfnis: Auf Glycerinagar liegt das Optimum der Entwicklung mehr bei 20° C, als bei 37° C.

B. 2.

Gelatineplatten: Die Kolonien sind kreisrund, grau, nach 24 Stunden ca. 0,5 cm im Durchmesser haltend, und verflüssigen die Gelatine schnell.

Agarplatten: Rundliche Kolonien von weisslicher Farbe, die, wenn sie der Oberfläche aufliegen, eine wellige Begrenzung zeigen.

Gelatinestichkultur: Die Gelatine wird rasch trichterförmig verflüssigt. Die Mehrzahl der Bakterien liegt in einem weissen Klumpen auf dem Grunde des Verflüssigungstrichters, die verflüssigte Gelatine ist gleichmässig getrübt.

Agarstichkultur: Die Entwicklung im Stichkanal ist gering: auf der Oberfläche dagegen breitet sich ein grauweisser, dicker, feinkörniger Belag mit glänzender Oberfläche aus.

Zuckeragarstichkultur: Keine Gasbildung.

Glycerinagar: Nichts besonderes.

Bouillon: Die Flüssigkeit wird mässig getrübt, am Glase feine graue Flöckchen, auf der Oberfläche schwimmt eine grauweisse, dünne Bakterienhaut. Die von dieser sich senkenden Bakterien bilden einen reichlichen, feinflockigen, grauweissen Bodensatz.

Kartoffel: Es bildet sich ein grauweisser Rasen, der sich serpiginös ausbreitet.

Mikroskopisch:

In allen Reinkulturen finden sich grosse, plumpe Stäbchen mit abgerundeten Ecken, etwa 4 mal so lang wie breit. Bisweilen liegen sie in kurzen Ketten zusammen.

In der Bouillonkultur bewegen sie sich langsam schlängelnd.

Sie färben sich leicht mit Anilinfarben, sowie nach der Gram'schen Methode.

Bei der Färbung mit Löfflers Methylenblau lassen sich bisweilen in ihrem Leib hellere und dunklere Partien unterscheiden.

Tierimpfung:

Zwei weisse Mäuse, denen je 0,5 ccm einer 24 stündigen Bouillonkultur intraperitoneal injiziert waren, starben nach 4 bezw. 5 Stunden. Augenscheinlich handelte es sich hier um eine Intoxikation.

Darauf wurde in eine Hauttasche oberhalb der Schwanzwurzel mit der Platinöse eine geringe Menge einer Reinkultur von Agar eingeimpft.

Der Tod erfolgte nach 4 Tagen.

Die Maus zeigte deutliche Zeichen von Durchfall, am letzten Tage trat Tetanus auf, die Hinterbeine wurden starr ausgestreckt gehalten.

Die Sektion zeigte starke Abmagerung; die Bauchhöhle war mit einer schmierigen Masse erfüllt, in der sich im Deckglasausstrichpräparat die charakteristischen Stäbchen nachweisen liessen.

Luftbedürfnis: B. 2 ist fakultativ anaerob.

Temperaturbedürfnis: Das Wachstumsoptimum liegt mehr bei 37° C, als bei Zimmertemperatur.

Litteraturverzeichnis

(enthält diejenigen Arbeiten und Referate, die nicht schon im Text angegeben sind.)

Annales de l'institut Pasteur.

1. Yersin, La peste bubonique à Hong-kong. Bd. VIII, p. 662. 1894.
2. P. L. Simond, La propagation de la peste. Bd. XII, p. 625. 1898.
3. Yersin, Rapport sur la peste bubonique à Nhatrang (Annam). B. XIII, p. 251. 1899.
4. Jabolotny, La peste en Mongolie orientale. Bd. XIII. p. 853. 1899.

Annales d'hygiène et de médecine coloniales.

5. Yersin, L'épidémie de peste à Nhatrang. p. 378. 1899.

Archiv für Hygiene.

6. W. Lembke, Beitrag zur Bakterienflora des Darmes. Bd. XXVI, p. 293.

Baumgarten, Jahresberichte.

7. Forbes, Studies of the contagious diseases of insects. Bd. II, p. 116. 1886.
8. Balbiani, Bd. II, p. 393. 1886.
9. Spillmann und Haushalter, Bd. III, p. 213. 1887.

Bulletin de l'académie de médecine.

10. M. Proust, Pustule maligne transmise par des peaux de chèvre venant de Chine. Janvier 1894. p. 57.
11. Laboulbène, ibid. p. 72.

Bulletino della Società Lancisiana degli ospedali di Roma.

12. A. Celli, Trasmissibilità dei germi patogeni mediante le dejezioni delle mosche. 1888. Fasc. 1.

Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde, Abt. I.

13. Tizzoni und Cattani, Bd. I, p. 18. (Referat.)
14. E. Hofmann, Ueber die Verbreitung der Tuberkulose durch unsere Stubenfliege. (Referat.) Bd. IV, p. 269.
15. U. Simmonds, Fliegen und Choleraübertragung.

16. M. Ogata, Ueber die Pestepidemie in Formosa. Bd. XXI, p. 769 ff.
17. R. Abel, Zur Kenntnis des Pestbazillus. Bd. XXI, p. 497.
18. G. Nuttall, Zur Aufklärung der Rolle, welche stechende Insekten bei der Verbreitung von Infektionskrankheiten spielen. Bd. XXII. p. 87.
19. E. Hankin, Note of the Relation of Insects and Rats to the Spread of Plague. Bd. XXII, p. 437.
20. G. Nuttall, Zur Aufklärung der Rolle, welche stechende Insekten bei der Verbreitung von Infektionskrankheiten spielen. Bd. XXIII, p. 625.
21. Mühling, Die Uebertragung von Krankheitserregern durch Wanze und Blutegel. Bd. XXV, p. 703.
22. Nuttall, Die Mosquito-Malaria-Theorie. Bd. XXV.
23. Nuttall, Neuere Forschungen über die Rolle der Mosquitos bei der Verbreitung der Malaria. Bd. XXV, an verschied. Stellen.
24. Zirolia, Giuseppe, Der Pestbazillus im Organismus der Flöhe. Bd. XXXI.

Comptes rendues de l'académie des sciences.

25. Davaine et Raimbert, Bd. LIX, Nr. 15, p. 429. 1864.

Centralblatt für die medicin. Wissenschaften.

26. Tizzoni und Cattani, Untersuchungen über Cholera. Nr. 43. 1886. pag. 769. Original.

Comptes rendues de la société de biologie.

27. M. F. Heim, Du rôle de quelques coléoptères dans la dissémination de certain cas de charbon. 1894. Nr. 3.

Deutsche medicin. Wochenschrift.

28. U. Simmonds, Fliegen und Choleraübertragung. 1892. Nr. 41. pag. 291.

Gazette des hopitaux.

29. Joly, Importance du rôle des insects dans la transmission des maladies infectieuses et parasitaires. 1898. Nr. 130. p. 1202—1204,

Hygienische Rundschau.

30. Wilm, Ueber die Pestepidemie in Hong-kong im Jahre 1896. 1897. p. 291.

Korrespondenzblatt für schweizerische Aerzte.

31. E. H. Hankin, 1897.

Korrespondenzblatt der ärztlichen Kreis- und Bezirksvereine des Königreiches Sachsen.

32. Hofmann, Ueber die Verbreitung der Tuberkulose durch unsere Stubenfliege. Nr. 12. 1888. (Original.)

Revue d'hygiène.

33. Dewèwre, Transmissibilité de la tuberculose par la punaise de lits. Bd. XIV, p. 434. 1892. Referat in Revue de médecine. 1894. p. 271.

34. J. G. Sawtchenkie, Mouches et choléra. Bd. XV, p. 847. 1893.

Ufficiale sanitario.

35. Cao, Giuseppe, Sul passagio dei microorganismi attraverso l'intestino di alcuni insetti. 1898. p. 337 und p. 385.

Zeitschrift für Hygiene.

36. Sanfelice, Ueber die pathogene Wirkung von Blastomyceten. 1897. p. 312.

Lebenslauf.

Ich, Hermann Adolf Küster bin geboren am 2. Juni 1879 zu Godesberg a. Rh. als Sohn des Lehrers am ev. Pädagogium Aug. Herm. Küster und seiner Ehefrau Emma geb. Günther. Die gymnasiale Ausbildung erhielt ich auf dem ev. Pädagogium, sodann auf dem Kgl. Gymnasium zu Bonn, das ich 1897 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Ich studierte in Marburg, wo ich Ostern 1899 das Tentamen physicum bestand, dann in München, Bonn und Heidelberg wo ich Winter 1901/02 die medizinische Staatsprüfung ablegte.